

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Katsutoshi IZUMI, et al.**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **November 4, 2003**

For: **MONOCRYSTALLINE GALLIUM NITRIDE LOCALIZED SUBSTRATE AND
MANUFACTURING METHOD THEREOF**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: November 4, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-341046, filed November 25, 2002

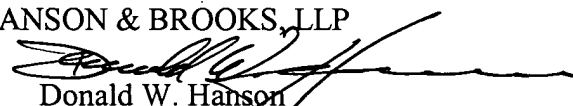
In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, KRATZ, QUINTOS,
HANSON & BROOKS, LLP


Donald W. Hanson
Attorney for Applicants
Reg. No. 27,133

DWH/jaz
Atty. Docket No. **031258**
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 5 日
Date of Application:

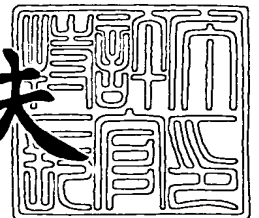
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 1 0 4 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 1 0 4 6]

出 願 人
Applicant(s): 大阪府
 ホシデン株式会社

2 0 0 3 年 9 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 1 1 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 14-1036

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H04R 19/04

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府堺市大野芝町 2 3 番地府大宅舎 1 - 2 号

 【氏名】 泉 勝俊

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市城東区鳴野西 2 丁目 6 番 1 - 2 0 2 号

 【氏名】 中尾 基

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

 【氏名】 大林 義昭

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

 【氏名】 峯 啓治

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

 【氏名】 平井 誠作

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

 【氏名】 条邊 文彦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号 ホシデン株式会社内

【氏名】 田中 智之

【特許出願人】

【識別番号】 000205627

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区大手前 2 丁目 1 番 2 2 号

【氏名又は名称】 大阪府

【代表者】 大阪府知事 齊藤 房江

【特許出願人】

【識別番号】 000194918

【住所又は居所】 大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号

【氏名又は名称】 ホシデン株式会社

【代表者】 古橋 健士

【代理人】

【識別番号】 100085936

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町 5 丁目 6 番 9 号ダイアパレス谷町第 2

【弁理士】

【氏名又は名称】 大西 孝治

【電話番号】 06-6765-5270

【選任した代理人】

【識別番号】 100104569

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町 5 丁目 6 番 9 号ダイヤパレス谷町第 2

【弁理士】

【氏名又は名称】 大西 正夫

【電話番号】 06-6765-5270

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 012726**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9003470**【包括委任状番号】** 9400760**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 単結晶窒化ガリウム局在基板及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単結晶シリコン基板上に局所的に単結晶窒化ガリウムを成長させた領域を有することを特徴とする単結晶窒化ガリウム局在基板。

【請求項 2】 前記単結晶窒化ガリウムは、単結晶シリコン基板上に形成された炭化シリコンの上に成長されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の単結晶窒化ガリウム局在基板。

【請求項 3】 前記単結晶窒化ガリウムは、窒化シリコンをマスクとして使用して成長されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の単結晶窒化ガリウム局在基板。

【請求項 4】 前記単結晶窒化ガリウムは、酸化シリコンをマスクとして使用して成長されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の単結晶窒化ガリウム局在基板。

【請求項 5】 前記単結晶シリコン基板は、SOI 基板であることを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の単結晶窒化ガリウム局在基板。

【請求項 6】 単結晶シリコン基板上に炭化シリコンを形成する工程と、前記炭化シリコンの上に局所的に単結晶窒化ガリウムを形成する工程とを具備しており、前記単結晶窒化ガリウムを形成させる際のマスクとして窒化シリコン又は酸化シリコンを用いることを特徴とする単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、単結晶シリコン基板上に単結晶窒化ガリウムを成長させた領域が局所的に存在する単結晶窒化ガリウム局在基板と、その製造方法とに関する。

【0002】

【従来の技術】

窒化ガリウム（GaN）は、LEDやレーザダイオードに代表される青色系発光素子の材料として広く使用されている。従来では、主にサファイアが基板として用いられ、その上にMOCVD法によって窒化ガリウムを成長させている。

【0003】

従来、LSIに代表される電子デバイスは、シリコン基板上に形成されており、その信号入出力はパッケージの周囲に配置された電極又はパッケージの裏面にアレイ状に配置された電極を介して行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

昨今、電子デバイスの扱うデータ量、要求される演算能力は増加の一途をたっており、電子デバイス側の信号伝送に対する広帯域化、高速化への要求は増す一方である。しかしながら、電子デバイス間での金属配線による信号遅延、伝送線路間に発生する寄生容量等の問題により、現状では性能向上には限界が見え始めている。

【0005】

上記の解決策として、電子デバイスと光デバイスとを同一基板上に貼り合わせて集積する方法や、複数の電子デバイス間を光学デバイスによって接続する方法等が提案されている。しかし、前者の方法には、貼り合わせた電子デバイスと光デバイスとの間の接続が電氣的に行われるため信号遅延の問題が避けられないという問題があり、後者の方法には、光学デバイスの小形化が困難である等の問題があった。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みて創案されたものであって、同一のシリコン基板の上に電子デバイスと光デバイスとを混載した電子-光融合デバイスの製造に適した単結晶窒化ガリウム局在基板及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る単結晶窒化ガリウム局在基板は、単結晶シリコン基板上に局所的

に単結晶窒化ガリウムを成長させた領域を有している。

【0008】

また、本発明に係る単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法は、単結晶シリコン基板上に炭化シリコンを形成する工程と、前記炭化シリコンの上に局所的に単結晶窒化ガリウムを形成する工程とを備えており、前記単結晶窒化ガリウムを形成させる際のマスクとして窒化シリコン又は酸化シリコンを用いている。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の第1の実施の形態に係る単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法の工程を示す概略的説明図、図2は本発明の第2の実施の形態に係る単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法の工程を示す概略的説明図である。

【0010】

本発明の第1の実施の形態に係る単結晶窒化ガリウム局在基板は、以下のようにして製造される。

まず、面方位(111)である成膜用のシリコン基板100の全面に、CVD法により薄膜である窒化シリコン(Si_3N_4)200を成長させる(図1(A)参照)。この窒化シリコン200は、窒化ガリウム400を成長させる際のマスクとして機能する。すなわち、窒化シリコン200が形成されている部分には、窒化ガリウム400が成長しない(結果として残らない)のである。

【0011】

次に、窒化シリコン200の上にフォトレジスト500を塗布し、窒化ガリウム400を成長させたくない箇所にフォトマスク600を重ね合わせ、フォトリソグラフィ技術によってマスクパターンを転写する(図1(B)参照)。

【0012】

現像したフォトレジスト500をマスクとして、フォトレジスト500がない部分の窒化シリコン200をエッチングで除去する(図1(C)参照)。現像したフォトレジスト500を剥離して、窒化シリコン200が存在しない部分210と島状の窒化シリコン島220とを露出させる(図1(D)参照)。なお、窒化シリコン200が存在しない部分210には、初期材料であるシリコン基板1

00の表面が露出することになる。

【0013】

この後、窒化シリコン200が存在しない部分210のシリコンを立方晶の単結晶炭化シリコン300に変成させる（図1（E）参照）。このとき変成された単結晶炭化シリコン300の面方位は、初期材料であるシリコン基板100と同様で（111）である。

【0014】

なお、シリコンの単結晶炭化シリコン300への変成は、シリコン基板100を成膜室の内部に設置し、水素ガスを流しながら、炭化水素系ガスをキャリアガスとしての水素ガスに対して1～5体積%の割合で流しつつ、成膜室の内部の雰囲気温度を1200℃～1405℃に加熱することによって行う。また、成膜室の内部は大気圧としておく。なお、炭化水素系ガスとしては、プロパンガス、メタンガス、エチレンガス、ブタンガス等があるが、メタンガスやエチレンガスと比較すると、炭素原子の含有量が多いという点、現時点では最も安価であるという点からプロパンガスが最もすぐれているといえよう。

【0015】

続けて、シリコン基板100の全面にMOCVD法によって窒化ガリウム400をエピタキシャル成長させる（図1（F）参照）。このとき、成長する窒化ガリウム400の面方位は（0001）である。前記単結晶炭化シリコン300の上に成長させた窒化ガリウム410と、窒化シリコン島220の上に成長させた窒化ガリウム420とでは、結晶性に違いがある。単結晶炭化シリコン300の上に成長させた窒化ガリウム410の方が良好な結晶性を有している。これは、単結晶炭化シリコン300の（111）面と、窒化ガリウム400の（0001）面の格子定数が近いことに起因している。一方、窒化シリコン島220の上に成長させた窒化ガリウム420は多結晶となり、多量の結晶欠陥を含み、化学的に不安定な構造となっている。

【0016】

前記窒化シリコン島220は、窒化ガリウム400を成長させたくない箇所に設けられている。従って、この窒化シリコン島220の上に成長させた窒化ガリ

ウム 420 は除去する必要がある。

【0017】

この窒化ガリウム 420 の除去は以下のようにして行う。エッチング液として例えば水酸化カリウムを用い、試料全体をこのエッチング液に浸す。このエッチング液は、単結晶炭化シリコン 300 の上に成長された窒化ガリウム 410 をも溶解させうるが、窒化シリコン島 220 の上に成長させた窒化ガリウム 420 は化学的に不安定なため、エッチング速度が窒化ガリウム 410 より速く、結果として窒化シリコン島 220 の上に成長させた窒化ガリウム 420 が選択的にエッチングされることになる。これにより、選択性良く不要な窒化ガリウム 420 を除去することができる（図 1（G）参照）。

【0018】

次に、不要な窒化ガリウム 420 が除去されて後も表面に残留している窒化シリコン島 220 を加熱したリン酸でエッチングし、単結晶窒化ガリウム 410 が局所的に存在する単結晶窒化ガリウム局在基板を得ることができる（図 1（H）参照）。

【0019】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法について、図 2 を参照しつつ説明する。

この製造方法は、面方位が（111）である成膜用のシリコン基板 100 の表面を熱酸化させ、薄膜である酸化シリコン（ SiO_2 ）700 を形成する（図 2（A）参照）。この酸化シリコン 700 は、窒化ガリウム 400 を成長させる際のマスクとして機能する。すなわち、酸化シリコン 700 が形成されている部分には、窒化ガリウム 400 が成長しない（結果として残らない）のである。

【0020】

次に、酸化シリコン 700 の上にフォトレジスト 500 を塗布し、窒化ガリウム 400 を成長させたくない部分にフォトマスク 600 を重ね合わせ、フォトリソグラフィ技術によってマスクパターンを転写する（図 2（B）参照）。

【0021】

現像したフォトレジスト 500 をマスクとして、フォトレジスト 500 がない

部分の酸化シリコン 700 をエッチングで除去する (図 2 (C) 参照)。現像したフォトリソグレイ 500 を剥離して、酸化シリコン 700 が存在しない部分 710 と島状の酸化シリコン島 720 とを露出させる (図 2 (D) 参照)。なお、酸化シリコン 700 が存在しない部分 710 には、初期材料であるシリコン基板 100 の表面が露出することになる。

【0022】

この後、第 1 の実施の形態において説明したのと同じ方法によって酸化シリコン 700 が存在しない部分に露出しているシリコン基板 100 のシリコンを立方晶の単結晶酸化シリコン 300 に変成させる (図 2 (E) 参照)。なお、シリコンの単結晶炭化シリコン 300 への変成は、上述した方法と同じである。すなわちシリコン基板 100 を成膜室の内部に設置し、水素ガスを流しながら、プロパンガス、メタンガス、エチレンガス、ブタンガス等の炭化水素系ガスをキャリアガスとしての水素ガスに対して 1～5 体積% の割合で流しつつ、成膜室の内部の雰囲気温度を 1200℃～1405℃ に加熱することによって行う。また、成膜室の内部は大気圧としておく。

【0023】

変成された単結晶炭化シリコン 300 の面方位も、元のシリコン基板 100 と同じく (111) である。

【0024】

次に、シリコン基板 100 の全体に MOCVD 法によって窒化ガリウム 400 をエピタキシャル成長させる (図 2 (F) 参照)。このとき、成長する窒化ガリウム 400 の面方位は (0001) である。前記単結晶炭化シリコン 300 の上に成長された窒化ガリウム 410 と、酸化シリコン島 720 の上に最長された窒化ガリウム 420 とでは、結晶性に違いがある。単結晶炭化シリコン 300 の上に成長させた窒化ガリウム 410 の方が良好な結晶性を有している。これは、単結晶炭化シリコン 300 の (111) 面と、窒化ガリウム 400 の (0001) 面の格子定数が近いことに起因している。一方、酸化シリコン島 720 の上に成長させた窒化ガリウム 420 の内部には、多量の結晶欠陥を含み、化学的に不安定な構造となっている。

【0025】

酸化シリコン島720は、窒化ガリウム400を成長させたくない部分に設けられているため、酸化シリコン島720の上に成長させた窒化ガリウム420は除去する必要がある。

【0026】

この窒化ガリウム420の除去は以下のようにして行う。エッチング液として例えば水酸化カリウムを用い、試料全体をこのエッチング液に浸す。このエッチング液は、単結晶炭化シリコン300の上に成長された窒化ガリウム410をも溶解させうるが、酸化シリコン島720の上に成長させた窒化ガリウム420は化学的に不安定なため、エッチング速度が窒化ガリウム410より速く、結果として酸化シリコン島720の上に成長させた窒化ガリウム420が選択的にエッチングされることになる。これにより、選択性良く不要な窒化ガリウム420を除去することができる。

【0027】

次に、表面に残留している酸化シリコン島720を加熱した弗酸系エッチング液によってエッチングし（図2（G）参照）、単結晶窒化ガリウム410が局所的に存在する単結晶窒化ガリウム局在基板を得ることができる（図2（H）参照）。

【0028】

なお、上述した2つの実施の形態では、初期材料としてシリコン基板100を用いているが、SOI基板でも同様の工程をへ経ることによって同等の単結晶窒化ガリウム局在基板を製造することができる。

【0029】**【発明の効果】**

本発明に係る単結晶窒化ガリウム局在基板は、単結晶シリコン基板上に局所的に単結晶窒化ガリウムを成長させた領域を有するものである。

【0030】

かかる単結晶窒化ガリウム局在基板であると、単結晶窒化ガリウムが形成された部分に例えばLEDやレーザダイオード等の光デバイスを、単結晶窒化ガリウ

ムが形成されていない部分に電子デバイスをそれぞれ形成することによって、従来の電子デバイスと光デバイスとを貼り合わせる手法によって製造されたものと比較して、信号遅延の問題が生じない。また、電子デバイス間を光学デバイスによって接続するものにあっては、光学デバイスの小形化という問題が生じるが、かかる問題も解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法の工程を示す概略的説明図である。

【図 2】

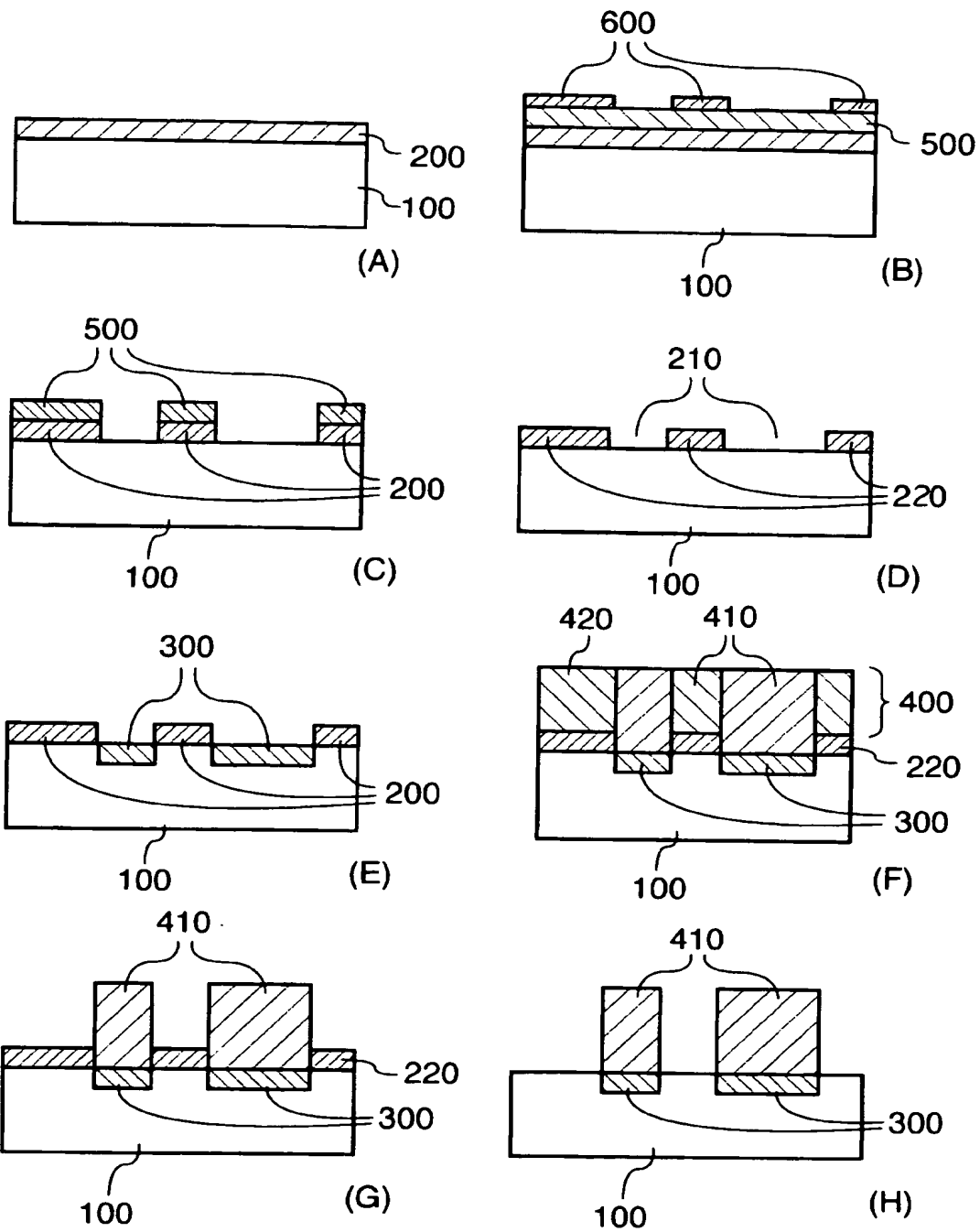
本発明の第 2 の実施の形態に係る単結晶窒化ガリウム局在基板の製造方法の工程を示す概略的説明図である。

【符号の説明】

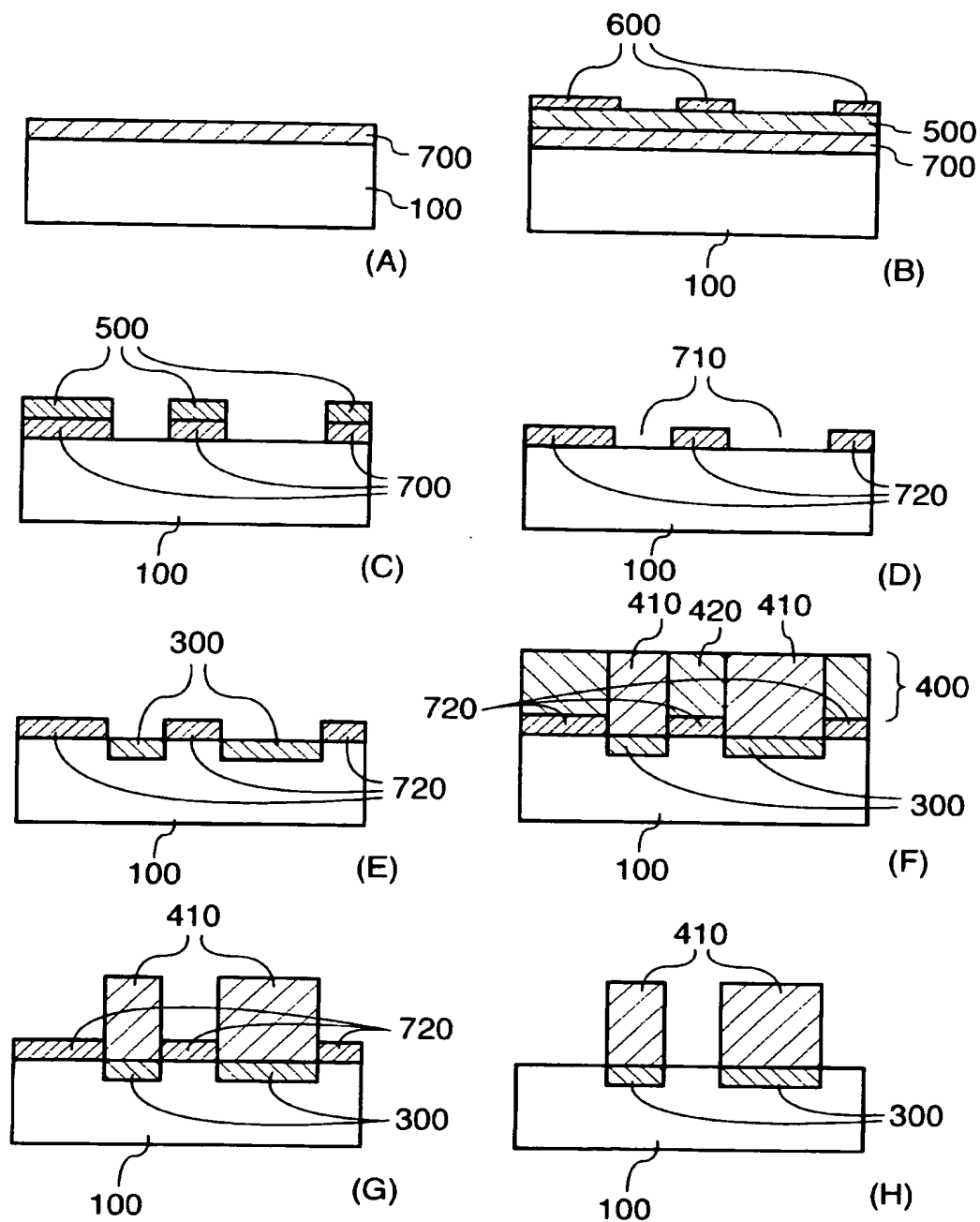
1 0 0	シリコン基板
2 0 0	窒化シリコン
3 0 0	炭化シリコン
4 0 0	窒化ガリウム
5 0 0	フォトレジスト
6 0 0	フォトマスク
7 0 0	酸化シリコン

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 同一のシリコン基板の上に電子デバイスと光デバイスとを混載した電子-光融合デバイスの製造に適した単結晶窒化ガリウム局在基板を提供する。

【構成】 シリコン基板 1 0 0 の上に炭化シリコン 2 0 0 を形成し、前記炭化シリコン 2 0 0 の上に局所的に単結晶窒化ガリウム 4 1 0 を形成することで、シリコン基板 1 0 0 の上に局所的に単結晶窒化ガリウム 4 1 0 を成長させた領域を有する。前記単結晶窒化ガリウム 4 1 0 を形成させる際のマスクとしては、窒化シリコン 2 2 0 を用いる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 4 1 0 4 6
受付番号	5 0 2 0 1 7 7 6 6 4 5
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 4 年 1 1 月 2 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年11月25日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 4 1 0 4 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 0 5 6 2 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中心区大手前 2 丁目 1 番 2 2 号

氏 名

大阪府

特願 2 0 0 2 - 3 4 1 0 4 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 9 4 9 1 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 1 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号

氏 名

星電器製造株式会社

2. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

大阪府八尾市北久宝寺 1 丁目 4 番 3 3 号

氏 名

ホシデン株式会社